

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In The Application Of:
Shin-ichi HASHIMOTO, et al
Serial No.: Not Yet Assigned
Filing Date: Concurrently Herewith

Examiner: Not yet assigned
Group Art Unit: Not yet assigned

For: ELECTRON BEAM EXPOSURE
APPARATUS, ELECTRON BEAM
EXPOSURE APPARATUS CALIBRATION
METHOD, AND SEMICONDUCTOR
ELEMENT MANUFACTURING METHOD

TRANSMITTAL OF PRIORITY DOCUMENT

Mail Stop Patent Application
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

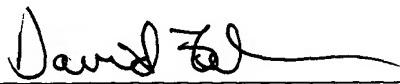
Enclosed herewith is a certified copy of Japanese Patent Application No. 2002-284255 filed September 27, 2002, from which priority is claimed under 35 U.S.C. 119 and Rule 55.

Acknowledgement of the priority document is respectfully requested to ensure that the subject information appears on the printed patent.

Dated: September 26, 2003

Respectfully submitted,

By:



David L. Fehrman
Registration No. 28,600

Morrison & Foerster LLP
555 West Fifth Street
Suite 3500
Los Angeles, California 90013-1024
Telephone: (213) 892-5601
Facsimile: (213) 892-5454

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2002年 9月27日
Date of Application:

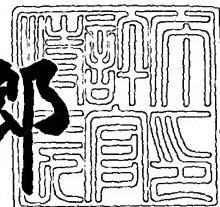
出願番号 特願2002-284255
Application Number:
[ST. 10/C] : [JP2002-284255]

出願人 株式会社アドバンテスト
Applicant(s): 株式会社日立製作所
キヤノン株式会社

2003年 7月10日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3056566

【書類名】 特許願
 【整理番号】 10677
 【提出日】 平成14年 9月27日
 【あて先】 特許庁長官 殿
 【国際特許分類】 G21K 1/08
 【発明の名称】 電子ビーム露光装置、電子ビーム露光装置校正方法、及び半導体素子製造方法

【請求項の数】 12

【発明者】

【住所又は居所】 東京都練馬区旭町1丁目32番1号 株式会社アドバン
テスト内

【氏名】 橋本 伸一

【発明者】

【住所又は居所】 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地 株式会社日
立製作所 中央研究所内

【氏名】 依田 晴夫

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会
社内

【氏名】 村木 真人

【特許出願人】

【識別番号】 390005175

【氏名又は名称】 株式会社アドバンテスト

【特許出願人】

【識別番号】 000005108

【氏名又は名称】 株式会社日立製作所

【特許出願人】

【識別番号】 595017850

【氏名又は名称】 キヤノン株式会社

【代理人】

【識別番号】 100104156

【弁理士】

【氏名又は名称】 龍華 明裕

【電話番号】 (03)5366-7377

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 053394

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9809504

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 電子ビーム露光装置、電子ビーム露光装置校正方法、及び半導体素子製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 電子ビームでウェハを露光する電子ビーム露光装置であって

前記電子ビームを偏向する偏向電極を有する偏向部と、
前記偏向部を制御する制御信号を出力する制御部と、
前記偏向部が有する負荷容量とほぼ同一の負荷容量を有し、前記制御部からの配線長が、前記制御部から前記偏向電極までの配線長よりも短い負荷回路と、
前記制御信号を前記偏向部及び前記負荷回路のいずれに供給するかを切り替える切替部と
を備えることを特徴とする電子ビーム露光装置。

【請求項 2】 前記制御部は、前記切替部により前記制御信号を前記負荷回路に供給させた状態において、前記制御部が前記制御信号を駆動するタイミングを、前記偏向部が前記電子ビームを偏向すべきタイミングに合わせることを特徴とする請求項1に記載の電子ビーム露光装置。

【請求項 3】 前記制御部は、前記制御信号を駆動するタイミングを、前記偏向部が前記電子ビームを偏向すべきタイミングに合わせることにより、前記電子ビームで前記ウェハを露光するタイミングを調節することを特徴とする請求項2に記載の電子ビーム露光装置。

【請求項 4】 前記制御部は、前記制御信号を駆動するタイミングを、前記偏向部が前記電子ビームを偏向すべきタイミングに合わせることにより、前記電子ビームを前記ウェハから遮断するタイミングを調節することを特徴とする請求項2に記載の電子ビーム露光装置。

【請求項 5】 前記制御部は、前記制御信号の駆動を停止するタイミングを、前記偏向部が前記電子ビームの偏向を停止すべきタイミングに合わせることにより、前記電子ビームを前記ウェハに照射するタイミングを調節することを特徴とする請求項2に記載の電子ビーム露光装置。

【請求項6】 前記制御部の温度を検出する温度検出部を更に備え、前記温度検出部が所定の温度変化を検出した場合に、前記制御部は、前記制御信号を前記負荷回路に供給させた状態とし、前記制御信号を駆動するタイミングを、前記偏向部が前記電子ビームを偏向すべきタイミングに合わせることを特徴とする請求項2に記載の電子ビーム露光装置。

【請求項7】 前記制御部は、所定の時間間隔で、前記制御信号を前記負荷回路に供給させた状態とし、前記制御信号を駆動するタイミングを、前記偏向部が前記電子ビームを偏向すべきタイミングに合わせることを特徴とする請求項2に記載の電子ビーム露光装置。

【請求項8】 前記電子ビーム露光装置の起動時に、前記制御部は、前記制御信号を前記負荷回路に供給させた状態とし、前記制御信号を駆動するタイミングを、前記偏向部が前記電子ビームを偏向すべきタイミングに合わせることを特徴とする請求項2に記載の電子ビーム露光装置。

【請求項9】 前記制御部は、
前記制御信号を駆動するドライバと、
前記ドライバに接続され、前記ドライバにより駆動された前記制御信号の電位を所定の基準電位と比較する比較部と
を有することを特徴とする請求項1に記載の電子ビーム露光装置。

【請求項10】 電子ビームを偏向する偏向電極を有する偏向部を備え、前記電子ビームでウェハを露光する電子ビーム露光装置を校正する校正方法であつて、

前記偏向部が有する負荷容量とほぼ同一の負荷容量を有し、前記偏向部を制御する制御部からの配線長が、前記制御部から前記偏向電極までの配線長よりも短い負荷回路に、前記偏向部を制御する制御信号を供給する段階と、

前記制御信号を駆動するタイミングを、前記偏向部が前記電子ビームを偏向すべきタイミングに合わせる段階と
を備えることを特徴とする電子ビーム露光装置校正方法。

【請求項11】 前記偏向部が有する部品の少なくとも一つが交換された場合に、前記負荷回路の負荷容量を前記偏向部の負荷容量に合わせる段階を更に備

えることを特徴とする請求項10に記載の電子ビーム露光装置校正方法。

【請求項12】 電子ビームを偏向する偏向電極を有する偏向部を備える電子ビーム露光装置を用いて、前記電子ビームでウェハにパターンを露光して半導体素子を製造する半導体素子製造方法であって、

前記偏向部が有する負荷容量とほぼ同一の負荷容量を有し、前記偏向部を制御する制御部からの配線長が、前記制御部から前記偏向電極までの配線長よりも短い負荷回路に、前記偏向部を制御する制御信号を供給する段階と、

前記制御信号を駆動するタイミングを調節して、前記偏向部が前記電子ビームを偏向すべきタイミングに合わせる段階と、

駆動するタイミングが調節された前記制御信号を前記偏向部に供給して、前記偏向部が前記電子ビームを偏向するか否かを切り替えさせながら前記ウェハを露光する段階と

を備えることを特徴とする半導体素子製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、電子ビーム露光装置、電子ビーム露光装置校正方法、及び半導体素子製造方法に関する。特に本発明は、電子ビームの偏向タイミングを高精度に制御する電子ビーム露光装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

電子ビームでウェハを露光する電子ビーム露光装置においては、電子ビームの偏向タイミングを高精度に制御する必要がある。そのためには、偏向部を制御する制御部が、偏向部を制御する制御信号のタイミングを高精度に校正する必要がある。制御部が制御信号のタイミングを校正する場合、偏向部が接続された状態では、制御信号が偏向部で反射されることにより発生する反射信号が、校正すべき制御信号と混在してしまうといった要因により、制御信号のタイミングを正確に検出することが困難である。したがって、従来、電子ビームの偏向部を制御する制御部が、制御信号のタイミングを校正する場合には、偏向部との接続を切断

することにより、反射の影響などを抑えていた。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、偏向部との接続を切断した状態では、制御信号により駆動される回路の負荷容量が、偏向部と接続された場合の負荷容量とは異なるので、制御信号の立ち上がり及び立ち下がり時間が、実際の露光時とは異なってしまい、露光に寄与する立ち上がり及び立ち下がり時間を含めた制御信号のタイミングを高精度に校正することができなかった。

【0004】

そこで本発明は、上記の課題を解決することのできる電子ビーム露光装置、電子ビーム露光装置校正方法、及び半導体素子製造方法を提供することを目的とする。この目的は特許請求の範囲における独立項に記載の特徴の組み合わせにより達成される。また従属項は本発明の更なる有利な具体例を規定する。

【0005】

【課題を解決するための手段】

即ち、本発明の第1の形態によると、電子ビームでウェハを露光する電子ビーム露光装置は、電子ビームを偏向する偏向電極を有する偏向部と、偏向部を制御する制御信号を出力する制御部と、偏向部が有する負荷容量とほぼ同一の負荷容量を有し、制御部からの配線長が、制御部から偏向電極までの配線長よりも短い負荷回路と、制御信号を偏向部及び負荷回路のいずれに供給するかを切り替える切替部とを備える。

【0006】

制御部は、切替部により制御信号を負荷回路に供給させた状態において、制御部が制御信号を駆動するタイミングを、偏向部が電子ビームを偏向すべきタイミングに合わせてもよい。

【0007】

制御部は、制御信号を駆動するタイミングを、偏向部が電子ビームを偏向すべきタイミングに合わせることにより、電子ビームでウェハを露光するタイミングを調節してもよい。

【0008】

制御部は、制御信号を駆動するタイミングを、偏向部が電子ビームを偏向すべきタイミングに合わせることにより、電子ビームをウェハから遮断するタイミングを調節してもよい。

【0009】

制御部は、制御信号の駆動を停止するタイミングを、偏向部が電子ビームの偏向を停止すべきタイミングに合わせることにより、電子ビームをウェハに照射するタイミングを調節してもよい。

【0010】

制御部の温度を検出する温度検出部を更に備え、温度検出部が所定の温度変化を検出した場合に、制御部は、制御信号を負荷回路に供給させた状態とし、制御信号を駆動するタイミングを、偏向部が電子ビームを偏向すべきタイミングに合わせてもよい。

【0011】

制御部は、所定の時間間隔で、制御信号を負荷回路に供給させた状態とし、制御信号を駆動するタイミングを、偏向部が電子ビームを偏向すべきタイミングに合わせてもよい。

【0012】

電子ビーム露光装置の起動時に、制御部は、制御信号を負荷回路に供給させた状態とし、制御信号を駆動するタイミングを、偏向部が電子ビームを偏向すべきタイミングに合わせてもよい。

【0013】

制御部は、制御信号を駆動するドライバと、ドライバに接続され、ドライバにより駆動された制御信号の電位を所定の基準電位と比較する比較部とを有してもよい。

【0014】

本発明の第2の形態によれば、電子ビームを偏向する偏向電極を有する偏向部を備え、電子ビームでウェハを露光する電子ビーム露光装置を校正する校正方法は、偏向部が有する負荷容量とほぼ同一の負荷容量を有し、偏向部を制御する制

御部からの配線長が、制御部から偏向電極までの配線長よりも短い負荷回路に、偏向部を制御する制御信号を供給する段階と、制御信号を駆動するタイミングを、偏向部が電子ビームを偏向すべきタイミングに合わせる段階とを備える。

【0015】

また、偏向部が有する部品の少なくとも一つが交換された場合に、負荷回路の負荷容量を偏向部の負荷容量に合わせる段階を更に備えてよい。

【0016】

本発明の第3の形態によれば、電子ビームを偏向する偏向電極を有する偏向部を備える電子ビーム露光装置を用いて、電子ビームでウェハにパターンを露光して半導体素子を製造する半導体素子製造方法は、偏向部が有する負荷容量とほぼ同一の負荷容量を有し、偏向部を制御する制御部からの配線長が、制御部から偏向電極までの配線長よりも短い負荷回路に、偏向部を制御する制御信号を供給する段階と、制御信号を駆動するタイミングを調節して、偏向部が電子ビームを偏向すべきタイミングに合わせる段階と、駆動するタイミングが調節された制御信号を偏向部に供給して、偏向部が電子ビームを偏向するか否かを切り替えながらウェハを露光する段階とを備える。

【0017】

なお上記の発明の概要は、本発明の必要な特徴の全てを列挙したものではなく、これらの特徴群のサブコンビネーションも又発明となりうる。

【0018】

【発明の実施の形態】

以下、発明の実施の形態を通じて本発明を説明するが、以下の実施形態は特許請求の範囲にかかる発明を限定するものではなく、又実施形態の中で説明されている特徴の組み合わせの全てが発明の解決手段に必須であるとは限らない。

【0019】

図1は、本発明の一実施形態に係る電子ビーム露光装置100の構成を示す。電子ビーム露光装置100は、電子ビームによりウェハ44に所定の露光処理を施す露光部150と、露光部150に含まれる各構成の動作を制御する制御系140とを備える。

【0020】

露光部150は、筐体8内部において複数の電子ビームを発生し、電子ビームの断面形状を所望に成形する電子ビーム成形手段110と、複数の電子ビームをウェハ44に照射するか否かを、それぞれの電子ビームに対して独立に切替える照射切替手段112と、ウェハ44に転写されるパターンの像の向き及びサイズを調整するウェハ用投影系114とを含む電子光学系を備える。また、露光部150は、パターンを露光すべきウェハ44を載置するウェハステージ46と、ウェハステージ46を駆動するウェハステージ駆動部48とを含むステージ系を備える。

【0021】

電子ビーム成形手段110は、複数の電子ビームを発生させる電子ビーム発生部10と、電子ビームを通過させることにより、照射された電子ビームの断面形状を成形する複数の開口部を有する第1電子ビーム成形部14及び第2電子ビーム成形部22と、複数の電子ビームをそれぞれ独立に集束し、複数の電子ビームの焦点を調整する第1多軸電子レンズ16と、第1電子ビーム成形部14を通過した複数の電子ビームを独立に偏向する第1成形偏向部18及び第2成形偏向部20とを有する。そして、第2電子ビーム成形部22は、基板と、基板に設けられた複数の成形開口部と、基板を加熱する基板加熱部とを含む。

【0022】

照射切替手段112は、複数の電子ビームを独立に集束し、複数の電子ビームの焦点を調整する第2多軸電子レンズ24と、本発明の偏向部の一例であり、複数の電子ビームをそれぞれ独立に偏向させることにより、それぞれの電子ビームをウェハ44に照射するか否かを、それぞれの電子ビームに対して独立に切替えるブランкиング電極アレイ26と、電子ビームを通過させる複数の開口部を含み、ブランкиング電極アレイ26で偏向された電子ビームを遮蔽する電子ビーム遮蔽部材28とを有する。他の例においてブランкиング電極アレイ26は、ブランкиング・アパーチャ・アレイ・デバイスであってもよい。

【0023】

ウェハ用投影系114は、複数の電子ビームをそれぞれ独立に集束し、電子ビ

ームの照射径を縮小する第3多軸電子レンズ34と、複数の電子ビームをそれぞれ独立に集束し、複数の電子ビームの焦点を調整する第4多軸電子レンズ36と、複数の電子ビームをウェハ44の所望の位置に、それぞれの電子ビームに対しても独立に偏向する投影偏向部38と、ウェハ44に対する対物レンズとして機能し、複数の電子ビームをそれぞれ独立に集束する第5多軸電子レンズ52とを有する。

【0024】

制御系140は、個別制御部120及び統括制御部130を備える。個別制御部120は、電子ビーム制御部80と、多軸電子レンズ制御部82と、成形偏向制御部84と、ブランкиング電極アレイ制御部86と、投影偏向制御部92と、ウェハステージ制御部96とを有する。統括制御部130は、例えばワークステーションであって、個別制御部120に含まれる各制御部を統括制御する。

【0025】

電子ビーム制御部80は、電子ビーム発生部10を制御する。多軸電子レンズ制御部82は、第1多軸電子レンズ16、第2多軸電子レンズ24、第3多軸電子レンズ34、第4多軸電子レンズ36及び第5多軸電子レンズ52に供給する電流を制御する。成形偏向制御部84は、第1成形偏向部18及び第2成形偏向部20を制御する。ブランкиング電極アレイ制御部86は、ブランкиング電極アレイ26を制御する制御信号を出力する。投影偏向制御部92は、投影偏向部38に含まれる複数の偏向器が有する偏向電極に印加する電圧を制御する。ウェハ8に含まれる複数の偏向器が有する偏向電極に印加する電圧を制御する。ウェハステージ制御部96は、ウェハステージ駆動部48を制御し、ウェハステージ46を所定の位置に移動させる。

【0026】

本実施形態に係る電子ビーム露光装置100の動作について説明する。まず、電子ビーム発生部10は、複数の電子ビームを生成する。第1電子ビーム成形部14は、電子ビーム発生部10により発生され、第1電子ビーム成形部14に照射された複数の電子ビームを、第1電子ビーム成形部14に設けられた複数の開口部を通過させることにより成形する。他の例においては、電子ビーム発生部10において発生した電子ビームを複数の電子ビームに分割する手段を更に有する

ことにより、複数の電子ビームを生成してもよい。

【0027】

第1多軸電子レンズ16は、矩形に成形された複数の電子ビームを独立に集束し、第2電子ビーム成形部22に対する電子ビームの焦点を、電子ビーム毎に独立に調整する。第1成形偏向部18は、第1電子ビーム成形部14において矩形形状に成形された複数の電子ビームを、第2電子ビーム成形部における所望の位置に照射するように、それぞれ独立に偏向する。

【0028】

第2成形偏向部20は、第1成形偏向部18で偏向された複数の電子ビームを、第2電子ビーム成形部22に対して略垂直な方向にそれぞれ偏向し、第2電子ビーム成形部22に照射する。そして矩形形状を有する複数の開口部を含む第2電子ビーム成形部22は、第2電子ビーム成形部22に照射された矩形の断面形状を有する複数の電子ビームを、ウェハ44に照射すべき所望の断面形状を有する電子ビームにさらに成形する。このとき、第2電子ビーム成形部22において基板加熱部は、ウェハ44に照射されるべき電子ビームの断面形状に基づいて、成形開口部が設けられた基板を加熱し、基板の形状を一定に保つ。

【0029】

第2多軸電子レンズ24は、複数の電子ビームを独立に集束して、プランキング電極アレイ26に対する電子ビームの焦点を、それぞれ独立に調整する。そして、第2多軸電子レンズ24により焦点がそれぞれ調整された複数の電子ビームは、プランキング電極アレイ26に含まれる複数のアーチャを通過する。

【0030】

プランキング電極アレイ制御部86は、プランキング電極アレイ26における各アーチャの近傍に設けられた偏向電極を制御する制御信号を出力する。プランキング電極アレイ26は、プランキング電極アレイ制御部86から入力される制御信号に基づいて、電子ビームを偏向するか否かを切り替える。

【0031】

プランキング電極アレイ26により偏向された電子ビームは、電子ビーム遮蔽部材28により遮蔽される。プランキング電極アレイに26により偏向されない

電子ビームは、第3多軸電子レンズ34を通過する。そして第3多軸電子レンズ34は、第3多軸電子レンズ34を通過する電子ビームの電子ビーム径を縮小する。縮小された電子ビームは、電子ビーム遮蔽部材28に含まれる開口部を通過する。また、電子ビーム遮蔽部材28を通過した電子ビームは、第4多軸電子レンズ36に入射される。そして第4多軸電子レンズ36は、入射された電子ビームをそれぞれ独立に集束し、投影偏向部38に対する電子ビームの焦点をそれぞれ調整する。第4多軸電子レンズ36により焦点が調整された電子ビームは、投影偏向部38に入射される。

【0032】

投影偏向制御部92は、投影偏向部38に含まれる複数の偏向器を制御し、投影偏向部38に入射されたそれぞれの電子ビームを、ウェハ44に対して照射すべき位置にそれぞれ独立に偏向する。第5多軸電子レンズ52は、第5多軸電子レンズ52を通過するそれぞれの電子ビームのウェハ44に対する焦点を調整する。そしてウェハ44に照射すべき断面形状を有するそれぞれの電子ビームは、ウェハ44に対して照射すべき所望の位置に照射される。

【0033】

露光処理中、ウェハステージ駆動部48は、ウェハステージ制御部96からの指示に基づき、一定方向にウェハステージ46を連続移動させるのが好ましい。そして、ウェハ44の移動に合わせて、電子ビーム成形手段110が電子ビームの断面形状をウェハ44に照射すべき形状に成形し、プランキング電極アレイ制御部86がタイミングが校正された制御信号により、ウェハ44に電子ビームを照射するか否かを高精度に切り替える。そして投影偏向部38が、それぞれの電子ビームをウェハ44上の照射すべき位置に偏向させることにより、ウェハ44に所望の回路パターンを露光することができる。

【0034】

本実施形態の電子ビーム露光装置100によれば、プランキング電極アレイ26を制御する制御信号のタイミングを高精度に校正したプランキング電極アレイ制御部86が、電子ビームをウェハ44に照射するか否かを、プランキング電極アレイ26により高精度なタイミングで切り替えるので、ウェハ44に高精度な

パターンを露光することができる。

【0035】

なお、他の例において、本発明の偏向部は、本実施形態における第1成形偏向部18、第2成形偏向部20、及び投影偏向部38のいずれであってもよい。本発明の偏向部が第1成形偏向部18及び／又は第2成形偏向部20である場合、本発明の制御部は、成形偏向制御部84であってもよい。また、本発明の偏向部が投影偏向部38である場合、本発明の制御部は、投影偏向制御部92であってもよい。

【0036】

図2は、電子ビーム露光装置100が備える、ブランкиング電極アレイ制御部86及びブランкиング電極アレイ26の回路を示す。ブランкиング電極アレイ制御部86は、ブランкиング電極アレイ26を制御する制御信号を出力する偏向タイミング制御部300と、ブランкиング電極アレイ26が有する負荷容量とほぼ同一の負荷容量を有し、偏向タイミング制御部300からの配線長が、偏向タイミング制御部300からブランкиング電極アレイ26が有する偏向電極218までの配線長より短い負荷回路226と、偏向タイミング制御部300、ブランキング電極アレイ26、及び負荷回路226に接続され、偏向タイミング制御部300が输出する制御信号をブランкиング電極アレイ26及び負荷回路226のいずれに供給するかを切り替える切替部230とを備える。ブランкиング電極アレイ制御部86は、偏向タイミング制御部300に接続され、偏向タイミング制御部300の温度を検出する温度検出部228を更に備えてもよい。偏向タイミング制御部300は、本発明の制御部の一例である。

【0037】

ブランкиング電極アレイ26は、電子ビームを偏向する偏向電極218、ブランкиング電極アレイ26をブランкиング電極アレイ制御部86に接続するコネクタ210、コネクタ210に接続されたケーブル配線212、ケーブル配線212に接続されたコネクタ214、コネクタ214に接続された基板配線215、基板配線215に接続されたポゴコンタクト216、及びポゴコンタクト216及び偏向電極218を接続するデバイス内配線217を有する。

【0038】

偏向タイミング制御部300は、切替部230に接続され、制御信号を出力するドライバ206と、ドライバ206に対して出力を立ち上げさせるセット信号、及び出力を立ち下げさせるリセット信号を出力する波形発生部202と、波形発生部202とドライバ206との間に設けられ、波形発生部202が出力するセット信号及びリセット信号からドライバ206の出力を立ち上げ／立ち下げさせるセット・リセット信号を出力するセット・リセットラッチ204と、ドライバ206及び波形発生部202に接続され、ドライバ206により駆動された制御信号の電位を基準電位と比較した結果を出力するコンパレータ222と、コンパレータ222及び波形発生部202に接続され、コンパレータ222からの入力を所定の信号と比較する比較回路220とを有する。コンパレータ222は、本発明の比較部の一例である。

【0039】

切替部230は、偏向タイミング制御部300とブランкиング電極アレイ26との間に設けられたスイッチ208、及び偏向タイミング制御部300と負荷回路226との間に設けられたスイッチ224を有する。切替部230は、スイッチ208及びスイッチ224を切り替えることにより、偏向タイミング制御部300を、ブランкиング電極アレイ26及び負荷回路226のいずれか一方に接続する。

【0040】

負荷回路226は、ブランкиング電極アレイ26よりもブランкиング電極アレイ制御部86からの配線長が短いので、反射による信号の乱れがブランкиング電極アレイ26よりも早く減衰する。また、負荷回路226は、回路を終端させることにより、入力された制御信号を反射することが低減される。

【0041】

以上の様に構成されたブランкиング電極アレイ制御部86及びブランкиング電極アレイ26において、偏向タイミング制御部300は、切替部230により偏向タイミング制御部300とブランкиング電極アレイ26との接続を切断し、偏向タイミング制御部300と負荷回路226とを接続した状態で、制御信号を負

荷回路226に供給して、制御信号のタイミングを校正する。具体的には、偏向タイミング制御部300は、ドライバ206の出力側に接続された回路が制御信号の出力値を示す電位に達する（以下、制御信号の駆動という）タイミングを、プランキング電極アレイ26が電子ビームを偏向すべきタイミングに合わせる。また、ドライバ206の出力側に接続された回路が、制御信号の駆動の停止を示す電位まで下がる（以下、制御信号の駆動の停止という）タイミングを、プランキング電極アレイ26が電子ビームの偏向を停止すべきタイミングに合わせる。

【0042】

この場合、偏向タイミング制御部300とプランキング電極アレイ26とが切断されているので、プランキング電極アレイ26からの反射信号が、校正すべき制御信号と混在することなく、制御信号のタイミングを正確に検出することが可能となる。また、負荷回路226が偏向タイミング制御部300に接続されている。また、負荷回路226が偏向タイミング制御部300により駆動される回路の負荷容量が、プランキング電極アレイ26を接続した場合の負荷容量とほぼ同等である。この結果、制御信号の駆動タイミング及び駆動停止タイミングが、実際の露光時とほぼ同等となる。したがって、偏向タイミング制御部300は、実際の露光時とほぼ同等の状態において、制御信号の駆動タイミング及び駆動停止タイミングを、高精度に検出して校正することができる。

【0043】

図3は、偏向タイミング制御部300が、切替部230により、負荷回路226を偏向タイミング制御部300に接続させた状態において、セット・リセットラッチ204により出力されるセット・リセット信号と、セット・リセット信号に応じてドライバ206が出力する制御信号との関係を示す。

【0044】

図3において、制御信号の駆動を示す電位をV-Ref2、制御信号の駆動の停止を示す電位をV-Ref1とする。そして、セット・リセット信号のセット信号がドライバに入力されたタイミング（Set）から、制御信号がV-Ref1に達するまでの遅延時間を Δt_1 、V-Ref2に達するまでの遅延時間を Δt_2 とする。また、セット・リセット信号タイミング（t2）までの遅延時間を Δt_2 とする。また、セット・リセット信号

号のリセット信号がドライバに入力されたタイミング（Reset）から、制御信号がV-Ref2に降下するタイミング（t3）までの遅延時間を Δt_3 、V-Ref1に降下するタイミング（t4）までの遅延時間を Δt_4 とする。遅延時間 Δt_1 、 Δt_2 、 Δt_3 、及び Δt_4 は、図2で説明した負荷回路226の負荷容量に応じて変化する。例えば、負荷回路226の負荷容量が大きくなれば、遅延時間 Δt_1 、 Δt_2 、 Δt_3 、及び Δt_4 はいずれも長くなる。本実施形態のブランкиング電極アレイ制御部86は、遅延時間 Δt_1 、 Δt_2 、 Δt_3 、及び Δt_4 を、高精度に校正する。

【0045】

なお、制御信号の駆動及び駆動停止タイミングをいかに高精度に校正したとしても、その後ブランкиング電極アレイ26または偏向タイミング制御部300の特性が変化することにより、制御信号の駆動または駆動停止タイミングと、電子ビームを偏向または偏向停止すべきタイミングとにずれが生じる場合がある。例えば、部品が交換されることによりブランкиング電極アレイ26の負荷容量が変化してしまう場合や、温度上昇により偏向タイミング制御部300の特性が変化してしまう場合などに、このようななずれが生じる。そこで、このようななずれが生じる可能性がある場合には、偏向タイミング制御部300が制御信号を駆動及び駆動停止するタイミングを改めて校正する。

【0046】

図4及び図5は、偏向タイミング制御部300が制御信号を駆動及び駆動停止するタイミングを校正する場合の動作を示すフローチャートである。本フローチャート中、図4のステップ122からステップ132において制御信号が駆動されるタイミングを校正し、図5のステップ134からステップ144において制御信号の駆動が停止されるタイミングを校正する。

【0047】

まず、ブランкиング電極アレイ制御部86は、ブランкиング電極アレイ26が有する部品のうちで、ケーブル212、コネクタ210及び214、及びポゴコントакт216等、ブランкиング電極アレイ26の負荷容量を決定する部品が交換されたか否かを判断する（S110）。ブランкиング電極アレイ26の負荷容

量を決定する部品の交換がされたか否かは、例えば、当該部品を交換した場合にユーザがその旨を入力し、統括制御部130が記憶する。そして、ブランкиング電極アレイ制御部86が、統括制御部130に、当該部品が交換されたか否かを照会する。これに代えて、統括制御部130は、部品の交換や着脱をスイッチやセンサ等により検出してもよい。ステップ110において、当該部品が交換されていないと判断した場合、ステップ120に進む。ステップ110において、当該部品が交換されたと判断した場合、ユーザ又は統括制御部130は、ブランкиング電極アレイ26の負荷容量を測定し、負荷回路226の負荷容量を、測定したブランкиング電極アレイ26の負荷容量に合わせる（S112）。

【0048】

次に、切替部230を切り替えることにより、ブランкиング電極アレイ制御部86の接続をブランкиング電極アレイ26側から負荷回路226側に切り替える（S120）。

【0049】

次に、波形発生部202は、ドライバ206に対して出力を立ち上げさせるセット信号を出力する（S122）。ドライバ206は、セット・リセットラッチ204がセット信号に応じて出力するセット・リセット信号に基づいて、出力を所定の駆動電圧、たとえば5Vまで立ち上げる。このとき、コンパレータ222は、ドライバ206により立ち上げられる制御信号の電位を、波形発生部202から出力されるストローブ（S_{t b}）信号のタイミングで検出し（S124）、制御信号の電位が図3で説明したV-Ref2以上であるか否かを判断する（S126）。

【0050】

ステップ126において、制御信号の電位がV-Ref2以上でない場合、ステップ124に戻る。ステップ126において、制御信号の電位がV-Ref2以上である場合、コンパレータ222は、比較回路220に、制御信号が駆動されたことを示す駆動信号を出力する。（S128）。

【0051】

次に、比較回路220は、駆動信号が出力されたタイミングと、ブランкиング

電極アレイ26が電子ビームを偏向すべきタイミングとの時間差を、駆動時間ずれとして、波形発生部202に出力する(S130)。ここで、電子ビームを偏向すべきタイミングとは、波形発生部202が出力するセット信号を、所定の時間遅延させた信号のタイミングである。例えば、セット信号を、ブランкиング電極アレイ26の構成に基づき定めた遅延時間だけ遅らせた信号のタイミングである。

【0052】

次に、偏向タイミング制御部300は、駆動時間ずれを補正すべく、波形発生部202又はドライバ206を調整する(S132)。具体的には、ステップ132において、偏向タイミング制御部300は、駆動時間ずれを補正すべく、波形発生部202がセット信号を出力するタイミングを調節する。例えば、駆動信号の出力タイミングが、電子ビームを偏向すべきタイミングよりもT1遅れている場合、波形発生部202がセット信号を出力するタイミングをT1早めることによって、駆動時間ずれT1を補正する。偏向タイミング制御部300は、ドライバ206の駆動電圧を変えることにより、駆動時間ずれを補正してもよい。例えば、ドライバ206の駆動電圧を、本実施例における5ボルトよりも大きくすれば、制御信号の駆動タイミングは早くなり、逆に5ボルトよりも小さくすれば、制御信号の駆動タイミングは遅くなる。

【0053】

次に、図5において、波形発生部202は、ドライバ206に対して出力を立ち下げるさせるリセット信号を出力する(S134)。ドライバ206は、セット・リセットラッチ204がリセット信号に応じて出力するセット・リセット信号に応じて、出力を立ち下げる。このとき、コンパレータ222は、ドライバ206により立ち下げるられる制御信号の電位を、波形発生部202から出力されるストローブ(Stb)信号のタイミングで検出し(S136)、制御信号の電位が図3で説明したV-Ref1以下であるか否かを判断する(S138)。

【0054】

ステップ138において、制御信号の電位がV-Ref1以下でない場合、ステップ136に戻る。ステップ138において、制御信号の電位がV-Ref1

以下である場合、コンパレータ222は、比較回路220に、制御信号の駆動が停止されたことを示す駆動停止信号を出力する。（S140）。

【0055】

次に、比較回路220は、駆動停止信号が出力されたタイミングと、ブランкиング電極アレイ26が電子ビームの偏向を停止すべきタイミングとの時間差を、停止時間ずれとして、波形発生部202に出力する（S142）。ここで、電子ビームの偏向を停止すべきタイミングとは、波形発生部202が出力するリセット信号を、所定の時間遅延させた信号のタイミングである。例えば、リセット信号を、ブランкиング電極アレイ26の構成上適当と考えられる遅延時間だけ遅らせた信号のタイミングである。

【0056】

次に、偏向タイミング制御部300は、停止時間ずれを補正すべく、波形発生部202又はドライバ206を調整する（S144）。具体的には、偏向タイミング制御部300は、停止時間ずれを補正すべく、波形発生部202がリセット信号を出力するタイミングを調節する（S146）。例えば、駆動停止信号の出力タイミングが、電子ビームの偏向を停止すべきタイミングよりもT2遅れている場合、波形発生部202がリセット信号を出力するタイミングをT2早めることによって、駆動時間ずれT2を補正する。偏向タイミング制御部300は、ドライバ206の駆動電圧を変えることにより、停止時間ずれを補正してもよい。例えば、ドライバ206の駆動電圧を、本実施例における5ボルトよりも大きくすれば、制御信号の駆動の停止タイミングは早くなり、逆に5ボルトよりも小さくすれば、駆動の停止タイミングは遅くなる。

【0057】

最後に、切替部230を切り替えることにより、偏向タイミング制御部300の接続を負荷回路226側からブランкиング電極アレイ26側に切り替える（S146）。以上で本フローは終了する。

【0058】

以上の校正方法によれば、偏向タイミング制御部300が、制御信号のタイミングを、高精度に校正することができる。

【0059】

なお、ステップ110において、ランキング電極アレイ26の負荷容量を決定する部品が交換されたか否かを判断する他の例として、偏向タイミング制御部300は、ランキング電極アレイ26に所定の信号を出力して、当該信号の反射を検出するまでの時間を計測する。そして、当該信号の反射を検出する時間が、前回の校正時点と異なっていた場合には、ランキング電極アレイ26の負荷容量を決定する部品の交換がされたと判断しても良い。

【0060】

ステップ128において、コンパレータ222が駆動信号を出力するタイミングは、ステップ124におけるストローブ信号の周期が短いほど、図3で説明したt2のタイミングと同等になる。ステップ140において、コンパレータ222が駆動停止信号を出力するタイミングは、ステップ136におけるストローブ信号の周期が短いほど、図3で説明したt4のタイミングと同等になる。

【0061】

また、ステップ128において、コンパレータ222は、図3で説明した遅延時間Δt2を、比較回路220に出力しても良い。この場合、ステップ130において、比較回路220は、遅延時間Δt2と、ランキング電極アレイ26の構成に基づいて予め設定した遅延時間Δt2'、との時間差を、駆動時間ずれとして、波形発生部202に出力してもよい。また、ステップ140において、コンパレータ222は、図3で説明した遅延時間Δt4を、比較回路220に出力しても良い。この場合、ステップ142において、比較回路220は、遅延時間Δt4と、ランキング電極アレイ26の構成に基づいて予め設定した遅延時間Δt4'、との時間差を、停止時間ずれとして、波形発生部202に出力してもよい。

。

【0062】

本実施形態に係る電子ビーム露光装置100は、次に示す場合に、ランキング電極アレイ26を制御する制御信号のタイミングを校正する。

【0063】

まず、偏向タイミング制御部300の温度が変化することにより、制御信号の

タイミングが、校正時点とずれてしまう場合がある。そこで、本実施形態にかかる偏向タイミング制御部300は、図2で説明した温度検出部228が所定の温度変化を検出した場合に、上記ステップ110からステップ146に従って、制御信号のタイミングを校正する。これにより、電子ビーム露光装置100は、温度変化に起因する電子ビームの偏向タイミングのずれを低減することができる。

【0064】

また、偏向タイミング制御部300が有する部品の経時的な特性変化により、制御信号のタイミングが、校正時点とずれてしまう場合がある。そこで、本実施形態にかかる偏向タイミング制御部300は、所定の時間間隔で、上記ステップ110からステップ146に従い、制御信号のタイミングを校正する。これにより、電子ビーム露光装置100は、偏向タイミング制御部300の特性の経時変化に起因する、電子ビームの偏向タイミングのずれを低減することができる。

【0065】

また、電子ビーム露光装置100を起動する度に、偏向タイミング制御部300の出力特性が変化してしまう場合がある。そこで、本実施形態にかかる偏向タイミング制御部300は、電子ビーム露光装置100の起動時に、上記ステップ110からステップ146に従い、制御信号のタイミングを校正する。これにより、電子ビーム露光装置100は、その起動の度に起こりうる、電子ビームの偏向タイミングのずれを低減することができる。

【0066】

また、ドライバ206の駆動電圧が変化した場合に、制御信号のタイミングが変化しまう場合がある。そこで、本実施形態にかかる偏向タイミング制御部300は、ドライバ206の駆動電圧が所定値以上変化した場合に、上記ステップ110からステップ146に従い、制御信号のタイミングを校正する。これにより、電子ビーム露光装置100は、ドライバ206の駆動電圧の変化に起因する電子ビームの偏向タイミングのずれを低減することができる。

【0067】

なお、コンパレータ222は、図3で説明したt1のタイミングで、制御信号がV-Ref1に達したことを示す信号を出力しても良い。比較回路220は、

t_1 と t_2 の時間差 ($t_2 - t_1$) から、制御信号が駆動されるときの電圧の立ち上がりの早さを判断することができる。偏向タイミング制御部300は、($t_1 - t_2$)に基づいて、制御信号が駆動されるときの電圧の立ち上がりの早さを変更すべく、ドライバ206を調節しても良い。

【0068】

コンパレータ222は、 t_3 のタイミングで、制御信号がV-Ref2に降下したことを示す信号を出力しても良い。比較回路220は、 t_3 と t_4 の時間差 ($t_4 - t_3$) から、制御信号の駆動が停止されるときの電圧の降下の早さを判断することができる。偏向タイミング制御部300は、($t_4 - t_3$)に基づいて、制御信号の駆動が停止されるときの電圧の降下の早さを変更すべく、ドライバ206を調節しても良い。

【0069】

図5は、本実施形態に係る電子ビーム露光装置100でウェハ44を露光して、半導体素子を製造する半導体素子製造工程のフローチャートである。S10で、本フローチャートが開始する。フォトレジスト塗布工程は、ウェハ44の上面に、フォトレジストを塗布する(S12)。それから、フォトレジストが塗布されたウェハ44が、図1に示された電子ビーム露光装置100におけるウェハステージ46に載置される。露光工程では、ウェハ44を露光する前に、図4及び図5で説明したステップ120からステップ146に従って、偏向タイミング制御部300が制御信号を駆動するタイミング及び駆動を停止するタイミングを校正する。そして、駆動するタイミング及び駆動を停止するタイミングが校正された制御信号を、ブランкиング電極アレイ26に供給して、電子ビームを偏向するか否かを切り替えさせながらウェハ44を露光する(S14)。ブランкиング電極アレイ26によって偏向されない電子ビームはウェハに照射され、ブランкиング電極アレイ26によって偏向された電子ビームは、ウェハに照射されないように遮断される。

【0070】

次に、現像工程は、露光されたウェハ44を、現像液に浸して現像し、余分なレジストを除去する。そして、エッチング工程は、ウェハ44上のフォトレジス

トが除去された領域に存在するシリコン基板、絶縁膜あるいは導電膜を、プラズマを用いた異方性エッティングによりエッティングする（S18）。そして、イオン注入工程は、トランジスタやダイオードなどの半導体素子を形成するために、ウェハ44に、ホウ素や砒素などの不純物を注入する（S20）。そして、熱処理工程は、ウェハ44に熱処理を施し、注入された不純物の活性化を行う（S22）。そして、洗浄工程は、ウェハ44上の有機汚染物や金属汚染物を取り除くために、薬液によりウェハ44を洗浄する（S24）。そして、成膜工程は、導電膜や絶縁膜の成膜を行い、配線層および配線間の絶縁層を形成する（S26）。フォトレジスト塗布工程（S12）～成膜工程（S26）を組み合わせ、繰り返し行うことによって、ウェハ44に素子分離領域、素子領域および配線層を有する半導体素子を製造することが可能となる。そして、組み立て工程は、所要の回路が形成されたウェハ44を切り出し、チップの組み立てを行う（S28）。そして、S30で半導体素子製造フローが終了する。

【0071】

以上説明した半導体素子の製造方法によれば、電子ビームの照射タイミングを高精度に制御して、所望のパターンを高精度に露光したウェハから、高密度に配線された半導体素子を製造することができる。

【0072】

以上、本発明を実施形態を用いて説明したが、本発明の技術的範囲は上記実施形態に記載の範囲には限定されない。上記実施形態に、多様な変更または改良を加えることができる。そのような変更または改良を加えた形態も本発明の技術的範囲に含まれ得ることが、特許請求の範囲の記載から明らかである。

【0073】

【発明の効果】

上記説明から明らかなように、本発明によれば、電子ビームの偏向タイミングを高精度に制御して、所望のパターンを高精度にウェハに露光する電子ビーム露光装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の一実施形態に係る電子ビーム露光装置100の構成を示す図である。

【図2】

ブランкиング電極アレイ制御部86及びブランкиング電極アレイ26の回路を示す図である。

【図3】

セット・リセット信号と、制御信号との関係を示す図である。

【図4】

偏向タイミング制御部300が、制御信号のタイミングを校正する動作を示すフローチャートである。

【図5】

偏向タイミング制御部300が、制御信号のタイミングを校正する動作を示すフローチャートである。

【図6】 ウエハ44から半導体素子を製造する半導体製造工程のフローチャートである。

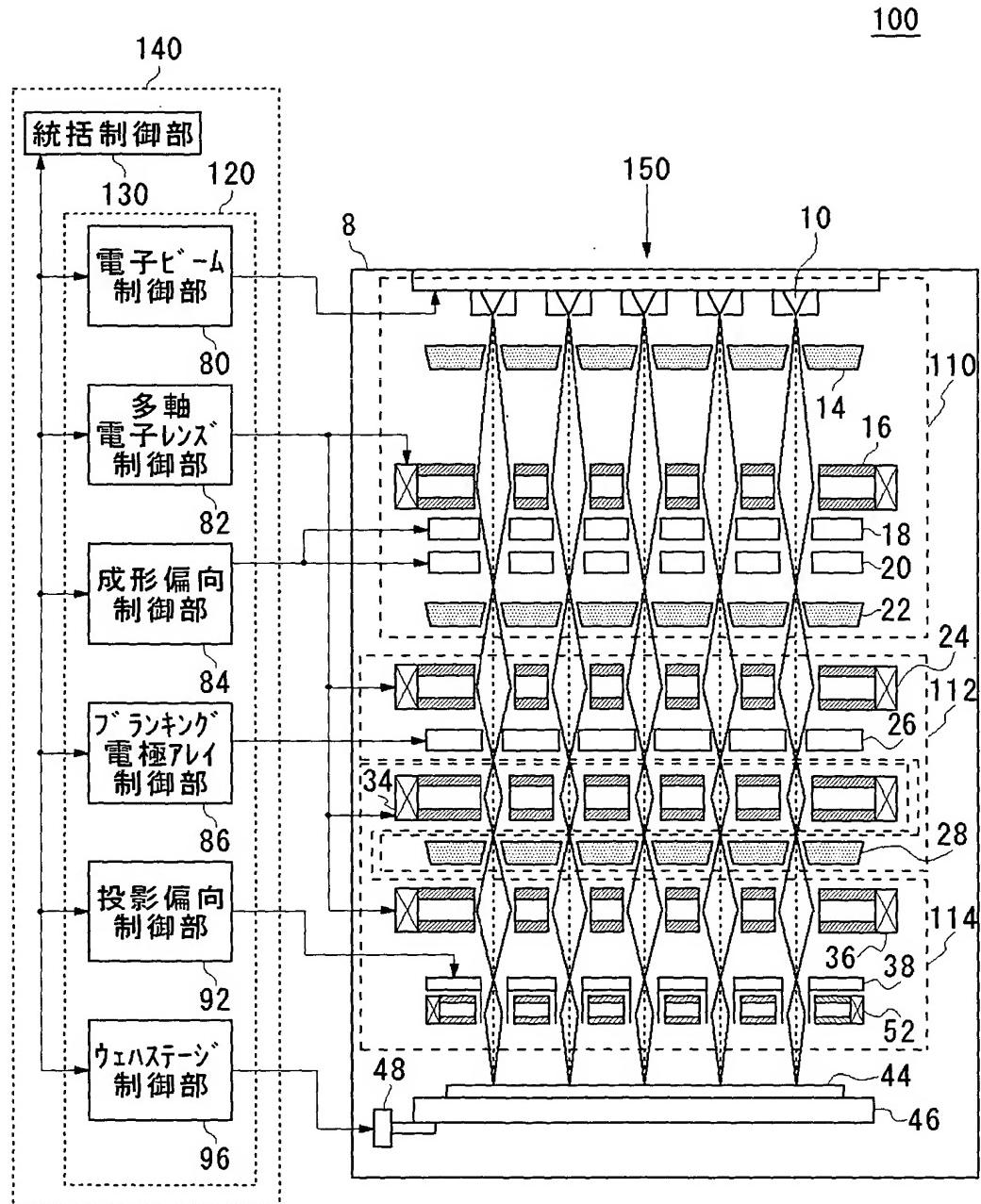
【符号の説明】

8…筐体、10…電子ビーム発生部、14…第1電子ビーム成形部、16…第1多軸電子レンズ、18…第1成形偏向部、20…第2成形偏向部、22…第2電子ビーム成形部、24…第2多軸電子レンズ、26…ブランкиング電極アレイ、28…電子ビーム遮蔽部材、34…第3多軸電子レンズ、36…第4多軸電子レンズ、38…偏向部、44…ウェハ、46…ウェハステージ、48…ウェハステージ駆動部、52…第5多軸電子レンズ、80…電子ビーム制御部、82…多軸電子レンズ制御部、84…成形偏向制御部、86…ブランкиング電極アレイ制御部、92…偏向制御部、96…ウェハステージ制御部、100…電子ビーム露光装置、110…電子ビーム成形手段、112…照射切替手段、114…ウェハ用投影系、120…個別制御系、130…統括制御部、140…制御系、150…露光部、202…波形発生部、204…セット・リセットラッチ、206…ドライバ、208/224…スイッチ、210/214…コネクタ、212…ケーブル、215…基板配線、216…ポゴコンタクト、217…デバイス内

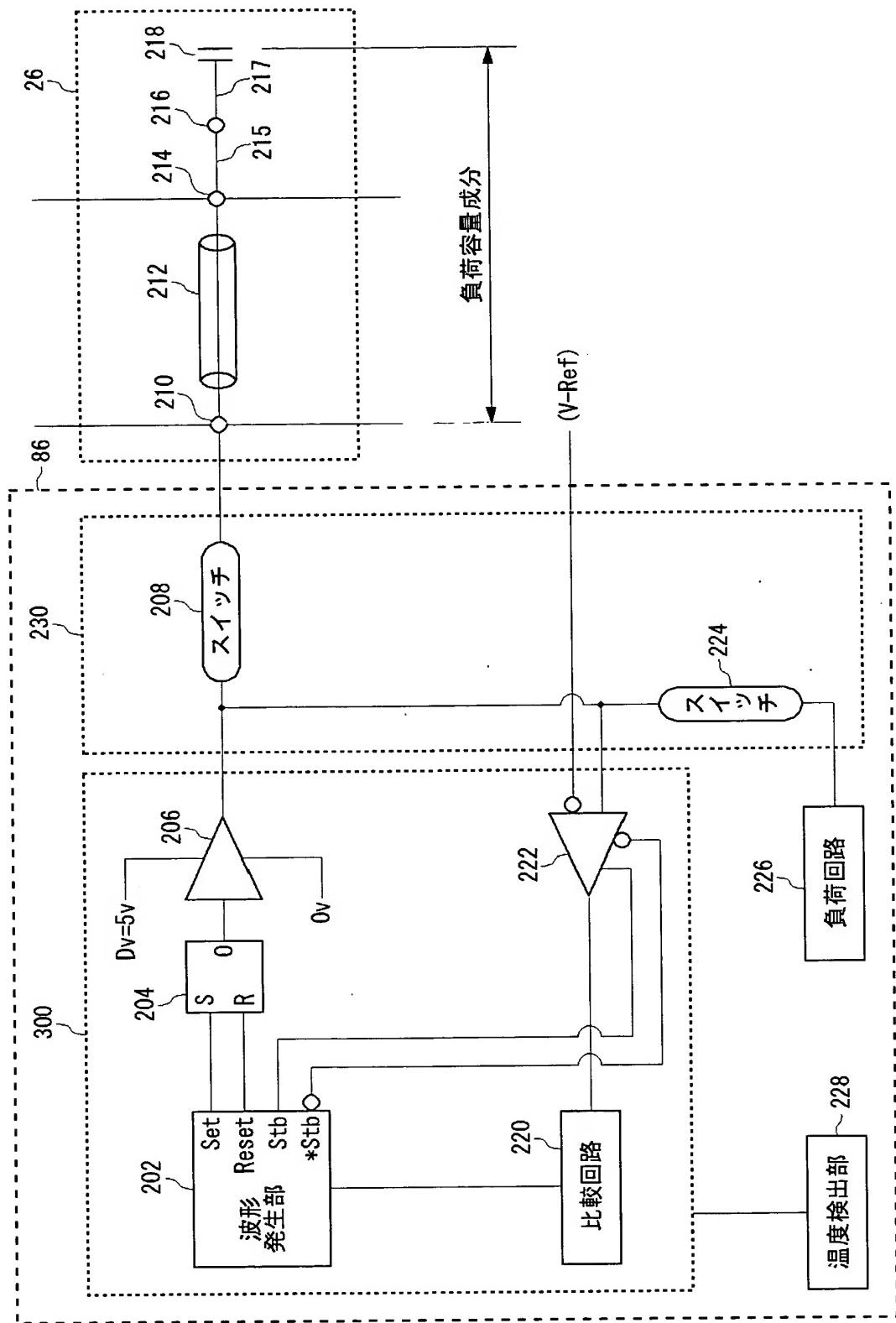
配線、218・・偏向電極、220・・比較回路、222・・コンパレータ、2
26・・負荷回路、228・・温度検出部、230・・切替部、300・・偏向
タイミング制御部

【書類名】 図面

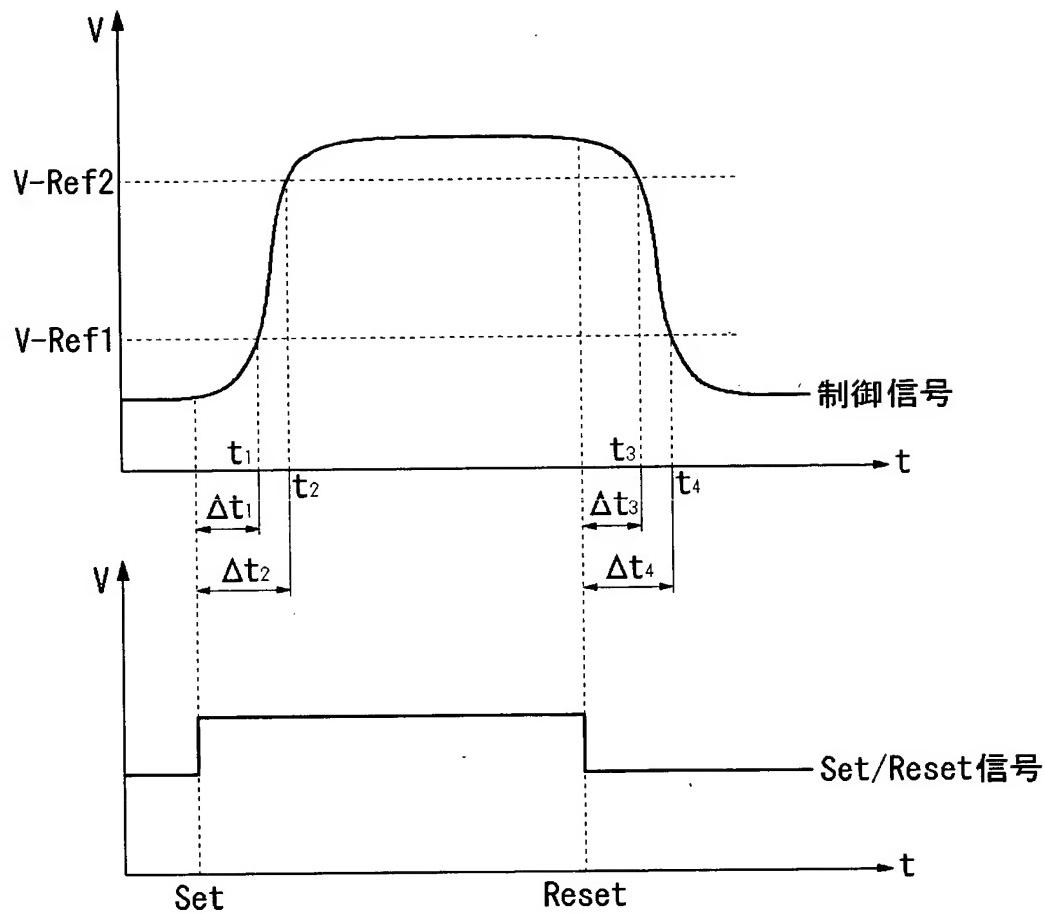
【図1】



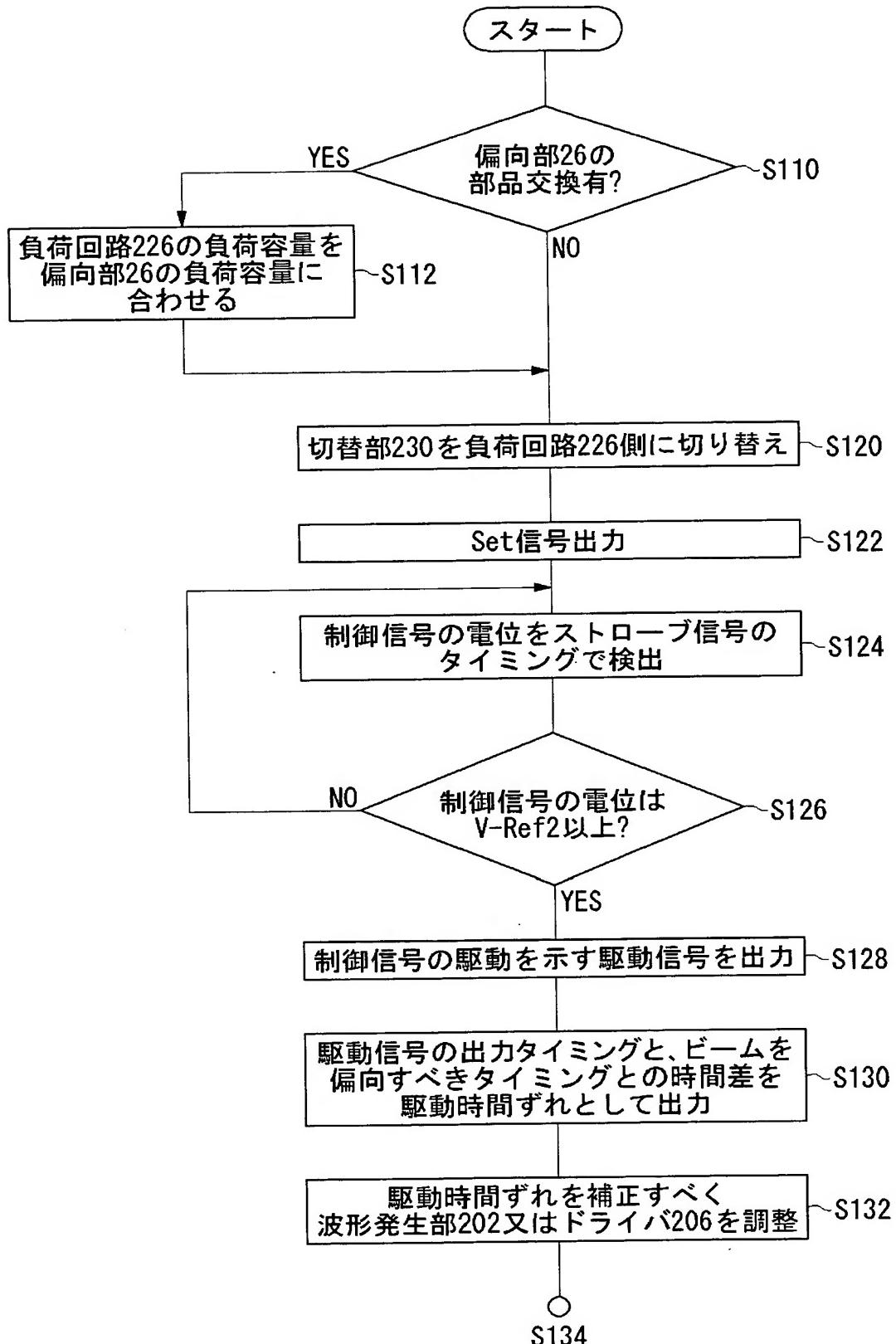
【図2】



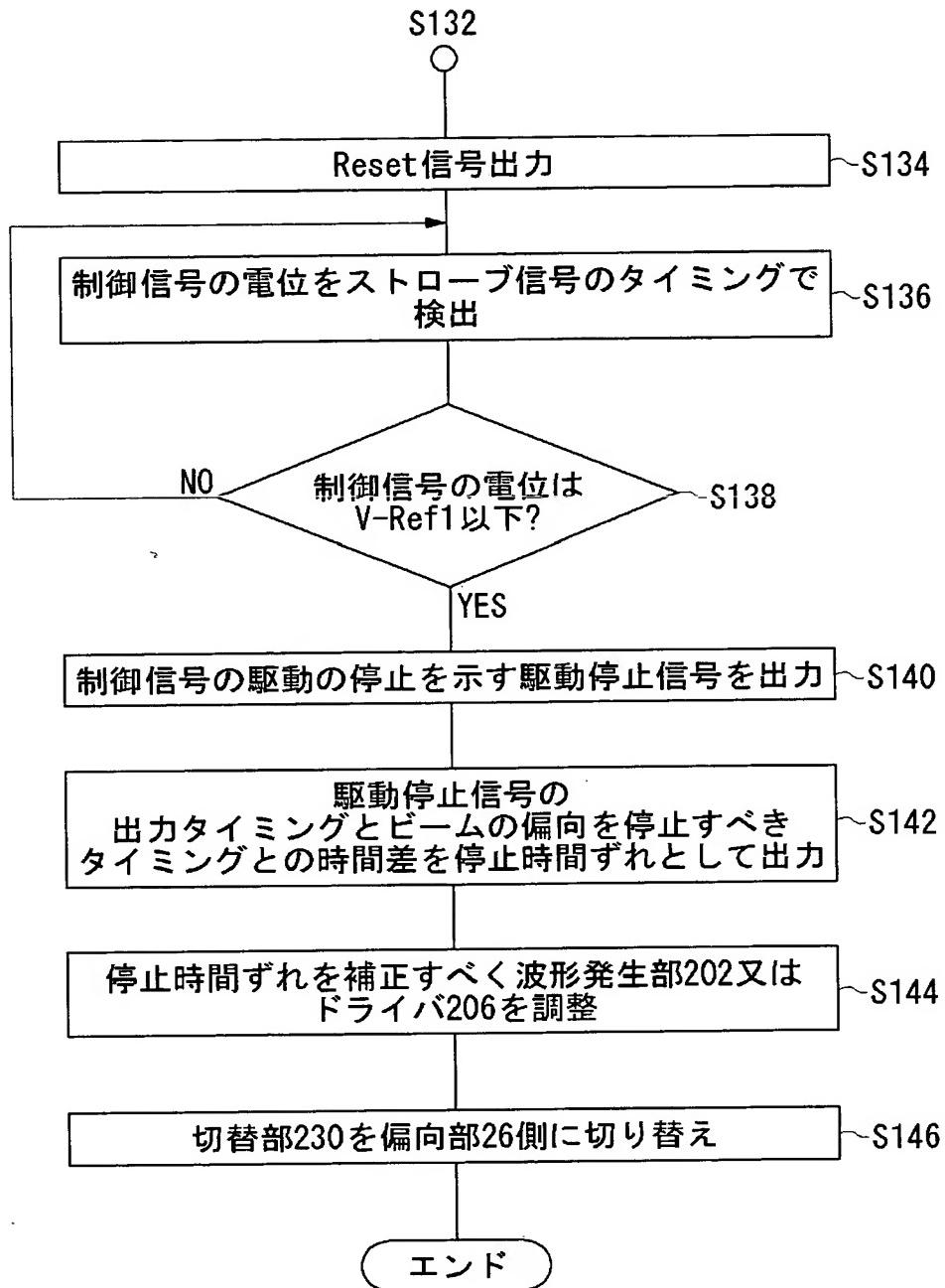
【図3】



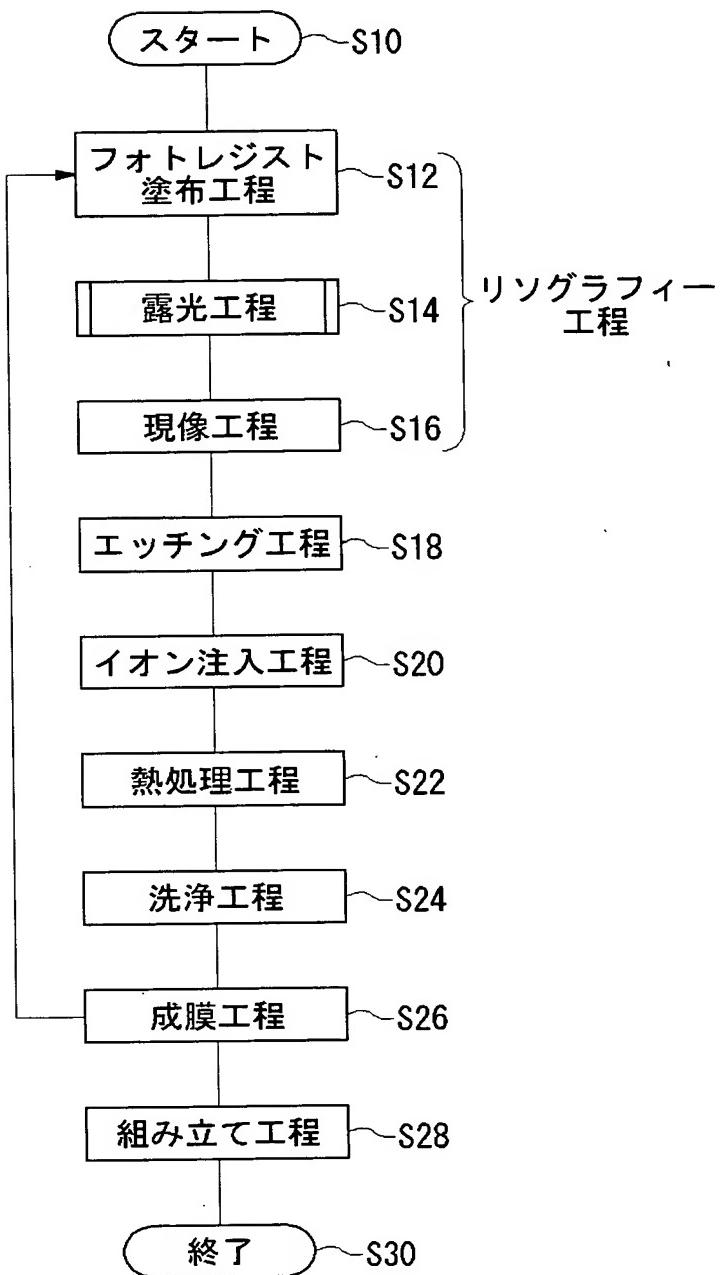
【図4】



【図5】



【図 6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 電子ビームの偏向タイミングを高精度に制御する電子ビーム露光装置を提供する。

【解決手段】 電子ビーム露光装置100は、電子ビームを偏向する偏向電極218を有するブランкиング電極アレイ26と、ブランкиング電極アレイ26を制御する制御信号を出力する偏向タイミング制御部300と、ブランкиング電極アレイ26が有する負荷容量とほぼ同一の負荷容量を有し、偏向タイミング制御部300からの配線長が、偏向タイミング制御部300から偏向電極218までの配線長より短い負荷回路226と、偏向タイミング制御部300、ブランкиング電極アレイ26、及び負荷回路226に接続され、偏向タイミング制御部300が出力する制御信号をブランкиング電極アレイ26及び負荷回路226のいずれに供給するかを切り替える切替部230とを備える。

【選択図】 図2

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2002-284255
受付番号	50201457381
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0090
作成日	平成 14 年 9 月 30 日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】	390005175
【住所又は居所】	東京都練馬区旭町 1 丁目 32 番 1 号
【氏名又は名称】	株式会社アドバンテスト

【特許出願人】

【識別番号】	000005108
【住所又は居所】	東京都千代田区神田駿河台四丁目 6 番地
【氏名又は名称】	株式会社日立製作所

【特許出願人】

【識別番号】	000001007
【住所又は居所】	東京都大田区下丸子 3 丁目 30 番 2 号
【氏名又は名称】	キヤノン株式会社

【代理人】

【識別番号】	100104156
【住所又は居所】	東京都新宿区新宿 1 丁目 24 番 12 号 東信ビル 6 階 龍華国際特許事務所
【氏名又は名称】	龍華 明裕

次頁無

特願 2002-284255

出願人履歴情報

識別番号 [390005175]

1. 変更年月日 1990年10月15日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都練馬区旭町1丁目32番1号
氏 名 株式会社アドバンテスト

特願 2002-284255

出願人履歴情報

識別番号 [000005108]

1. 変更年月日 1990年 8月31日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地
氏 名 株式会社日立製作所

特願 2002-284255

出願人履歴情報

識別番号 [595017850]

1. 変更年月日 1995年 2月 27日
[変更理由] 識別番号の二重登録による抹消
[統合先識別番号] 000001007
住所 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
氏名 キヤノン株式会社

特願2002-284255

出願人履歴情報

識別番号 [000001007]

1. 変更年月日 1995年 2月27日
[変更理由] 識別番号の二重登録による統合
[統合元識別番号] 595017850
住 所 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
氏 名 キヤノン株式会社